



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Regionalt STEM-netværk mellem AAU og folkeskoler

Grunwald, Annette; Kronvald, Ole

Publication date:
2019

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Grunwald, A., & Kronvald, O. (2019). *Regionalt STEM-netværk mellem AAU og folkeskoler*.

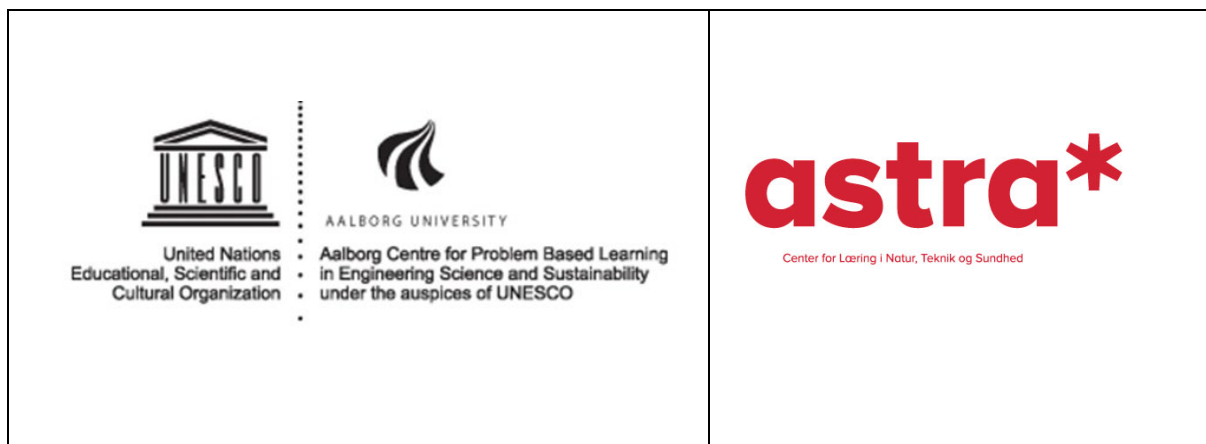
General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



REGIONALT STEM-NETVÆRK MELLEM AAU OG FOLKESKOLER

Annette Grunwald & Ole Kronvald

Marts 2019

Marts 2019 Online publication

Annette Grunwald
Aalborg Centre for Problem Based Learning in Engineering Science and Sustainability
Aalborg Universitet
Rendsburggade 14
DK-9000 Aalborg, Denmark
<http://www.ucpbl.net>

Kronvald, Ole
Astra – det nationale naturfagscenter
Rendsburggade 14
DK-9000 Aalborg, DK
www.astra.dk

Projektet er finansieret af Det Tekniske Fakultet for IT og Design og Det Ingeniør og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

FORORD

Universiteter rundt omkring i verden inviterer skoleelever til at beskæftige sig med STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) og andre fag på universitet. Nogen gør det i elevernes skoletid, og andre i elevernes fritid. Universiteterne ønsker dermed at støtte elevernes interesse på langs af uddannelsessystemet. Læringstilbuddene fra universiteterne er mangfoldige og varierer i den pædagogisk/didaktiske tilgang. Målgruppen strækker sig fra 5-18 års alderen.

En forundersøgelse om STEM og regional udvikling har afdækket STEM-aktører og STEM aktiviteter i Nordjylland (Grunwald & Kronvald, 2018). Fokuset var overordnet rettet på organiseringen af et regionalt samarbejde, og hvordan det specifikt kan udmøntes i samarbejdet om en Nordjysk Teknologipagt. Forundersøgelsen har givet anbefalinger til organiseringen af et sådant STEM samarbejde mellem uddannelse (Aalborg Universitet, gymnasier, folkeskoler), erhverv og centrale aktører såsom region, kommuner, Astra, erhvervsorganisationer m.v.

Denne undersøgelse sætter fokus på Aalborg Universitet og ønsker at skitsere anbefalinger og handlingsforslag til en styrket indsats over for regionens folkeskoler. Undersøgelsen er finansieret af Det Tekniske Fakultet for IT og Design og Det Ingeniør og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.

Rapporten er lavet i samarbejde mellem 'Aalborg UNESCO Center for Problem Based Learning in Engineering Science and Sustainability, og Astra – det nationale naturfagscenter.

Mange tak for værdifulde kommentarer fra Anna Maria Diaz Korsaa, AAU Kommunikation, og Lene Klitgaard, AAU Innovation.

God læselyst

Annette Grunwald & Ole Kronvald

Indhold

FORORD	3
1. INDLEDNING	5
1.1 BAGGRUND FOR UNDERSØGELSEN	5
1.2 Formål for undersøgelsen og problemformulering	6
1.2.1 FORMÅL	6
1.2.2 STYRKER, UDFORDRINGER OG PROBLEMFORMULERING	6
2. UNIVERSITETERS STEM-OUTREACH TIL OG SAMARBEJDE MED FOLKESKOLER – INTERNATIONALT SET.....	10
3. AALBORG UNIVERSITETS TILBUD TIL REGIONENS FOLKESKOLER	13
3.1 Elevuniversitet SKUB - beskrivelse	13
3.2 Universitarium - beskrivelse	15
3.3 Naturvidenskabsfestival - beskrivelse.....	17
3.4 Involvering af ingeniørstuderende i uddannelsesforløb i folkeskolen	17
4. KONKLUSION OG ANBEFALINGER.....	19
REFERENCER	24

1. Indledning

1.1 BAGGRUND FOR UNDERSØGELSEN

Universiteter rundt omkring i verden fokuserer ud over forskning og undervisning i tiltagende omfang også på videnstransfer og forskningsformidling (Horst, 2011), både inden for STEM fagene (Science, Technology, Engineering and Mathematics) og andre fag. I den forbindelse er der udviklet en mangfoldighed af outreach-aktiviteter (tilbud) rettet imod både den brede offentlighed og uddannelsesinstitutioner, her gymnasieelever og folkeskoleelever i forskellig alder (Krasny, 2005; Bündgens-Kosten & Kerres, 2010; Gumaelius m.fl., 2016; Gumaelius & Kolmos, 2016; Grunwald, 2016, 2012). Det er bl.a. elev- eller børneuniversiteter, science-centre eller science-lab, tilknyttet et universitet (Gumaelius m.fl., 2016), opfinderkonkurrencer, festivaler, forsker for en dag, mentorordninger m.v.

Universiteters outreach-aktiviteter har både rekruttering af fremtidige studerende og forskningsformidling som begrundelse, og dermed overordnet at opnå almindelig accept og goodwill i befolkningen for universiteternes rolle i samfundet (Richardt, 2008), såkaldt 'public outreach'. Derudover ønsker universiteter også at markere sig som regionale aktører og øge forankringen i regionen (Brokman-Nooren, 2006; Richardt 2008, Grunwald & Kronvald, 2018).

De deltagende elever, lærere og undervisere på disse universitetstilbud giver overvejende positive feedback efter deltagelsen (Gumaelius m.fl., 2016; Grunwald, 2012).

Set fra elevernes side:

Forskningsresultater for de tyske børneuniversiteter viser en stor interesse hos den overvejende del af eleverne lige efter besøgene (Sänger, 2003; Richardt, 2008; Grunwald, 2010, 2012). Udfordringen er, hvordan man kan fastholde og fordybe denne interesse. Mange undersøgelser viser, at STEM-interesse støttes gennem arbejdet med autentiske problemstillinger (Nielsen, 2017). Det er ønskværdigt at eleverne kan arbejde med problemstillinger, hvor eksperimenter og diskussioner med studerende og forskere indgår i elevernes undervisning, hvor elevernes selv kan være med i problemløsningsfasen. I Grunwald & Kronvald (2018) er kort skitseret, at deltagelsen i både Elevuniversitet SKUB og Universitarium viser, at nogle elevgrupper motiveres af at opleve læringsmiljøer, som de ellers ikke har adgang til.

Set fra lærerperspektivet i en dansk kontekst er det vigtigt, at læreren kan forbinde tilbuddet med fagbeskrivelser (Fælles Mål) for relevante fag såsom natur/teknologi

eller håndværk og design (1.-6. klasse), samt naturfag fysik/kemi, biologi og geografi (7.-9. klasse). Det forudsætter, at det er muligt at forberede klassen inden besøget og arbejde videre i klassen efter besøget som integreret del af årsplanen.

Nogle folkeskolelærere, der deltager i elevuniversitet SKUB på Aalborg Universitet oplever, at de selv bliver fagligt opkvalificeret ved at deltage i arrangementerne. Disse tilbud kan derfor muligvis også spille en rolle i folkeskolelærernes kompetenceudvikling.

1.2 Formål for undersøgelsen og problemformulering

1.2.1 FORMÅL

Følgende formål søges opnået gennem undersøgelsen:

- At opsummere lærernes og elevernes behov for STEM-læring fra de aktiviteter og tilbud, som Aalborg Universitet har rettet mod folkeskolen
- At hente inspiration fra andre universiteter i forhold til at udvikle et regionalt STEM netværk til folkeskoler, for at skabe interesse og tiltrække unge til ingeniøruddannelserne.
- At skitsere anbefalinger og handlingsforslag for at skabe mere synergi mellem de eksisterende aktiviteter.

1.2.2 STYRKER, UDFORDRINGER OG PROBLEMFORMULERING

Aalborg Universitet (AAU) har stærke forbindelser til samt samarbejde med det omgivende samfund, såsom virksomheder og uddannelsesinstitutioner. Mange aktiviteter er af rekrutteringsmæssige grunde rettet imod gymnasier (Aalborg Universitet, 2019a).

På folkeskoleområdet er det følgende aktiviteter (Aalborg Universitet, 2019b):

- Universitarium (fra 2003 til 2018 og fortsat)
- Naturvidenskabsfestival (fra 2008 til 2018 og fortsat)
- Elevuniversitet SKUB (fra 2009 til 2018 og fortsat)

En fjerde aktivitet var projektet *Læring i virkeligheden* (2014-2017), hvor ingeniørstuderende blev involveret i naturfaglige undervisningsforløb ude på folkeskolerne.

De tre førstnævnte aktiviteter er årlig tilbagevendende begivenheder på lige fod med Åbent Hus, Studiepraktisk, Forskningens Døgn og andre tilsvarende udadvendte AAU

tilbud. Både Universitarium, Naturvidenskabsfestival og Elevuniversitet SKUB startede uafhængigt af hinanden.

AAU ønsker bl.a. at tiltrække motiverede studerende til uddannelserne inden for naturfag og ingeniørvidenskab. Universitetet ønsker til stadighed at være et attraktivt studievalg og kan bruge aktiviteterne til både at skabe opmærksomhed om AAU og at samarbejde med uddannelsesinstitutioner om at tilpasse og udvikle elevers og studerendes kompetencer. Folkeskolelærere ønsker at vise deres elever et andet læringsmiljø og at eleverne får mulighed for at se og afprøve ting, de ikke har mulighed for i folkeskolen (Grunwald, 2016). En del naturfagslærere i folkeskolen ønsker desuden en større faglige forbindelse til universitetet. Det viser bl.a. evalueringer fra SKUB samt møder i den regionale nordjyske naturfagskoordinatorgruppe, som Astra administrerer¹.

Folkeskolerne og kommunerne (skoleforvaltninger) ønsker, at AAU har tilbud om formidling af faglig viden og aktiviteter, som lærere kan benytte sig af, i udviklingen af elevernes naturfaglige kompetence. Med skolereformen i 2014 blev begrebet "Åben skole" indført. Det handler om, at skolen og dens omgivende samfund skal bidrage til elevernes udvikling, og dermed at flere aktiviteter i skolen skal inddrage skoleeksterne miljøer – enten ved besøg ud af huset, ind i huset eller andre formelt udviklede aktiviteter (f.eks. nye læremidler, case materialer el. lign.).

Nationalt er der i en lang række af tiltag, der styrker interessen for at etablere samarbejder mellem AAU og folkeskolerne: Undervisningsministeriet (UVM) har forår 2018 udsendt en national naturvidenskabsstrategi, regeringen har lanceret en national Teknologipagt, der er talentfremmestrategier i både UVM og UFM, foruden et meget stort engagement på STEM-området fra fonde, dette primært omkring formidlingsaktiviteter.

Fra politisk side er behovet for lærernes kompetenceopbygning desuden italesat af Undervisningsministeriet (2018), som også har finansieret en behovsundersøgelse og konceptudvikling til en ny kandidatuddannelse inden for Naturfag og Matematik. Uddannelsen er tænkt som videreuddannelse af nuværende folkeskolelærere. Ministeriet ønsker overordnet set en opgradering af folkeskolelærernes faglighed

¹ Astra, det nationale naturfagscenter faciliterer to årlige netværksmøder for kommunale skolekonsulenter, der har ansvar for udvikling af det STEMfaglige område i de enkelte kommuner. Blandt meget andet diskuteres her også særlige initiativer og samarbejdsmuligheder med Aalborg Universitet. Se mere på astra.dk/forankring

inden for STEM-fagene. Derudover er en del natur/teknologilærere ikke linjefagsuddannet (EMU, 2017; UVM, 2010), som bl.a. gør at nogle emner, f.eks. energi, opleves som vanskeligt at undervise i (Grunwald, 2016).

Universitet og folkeskolen har forskellige behov. Hvor universitetet ønsker at formidle hvad man forsker og underviser i på universitetet, og på længere sigt tiltrække potentielle studerende, ønsker naturfagslærerne at tilbyde deres elever noget, de ikke kan opleve i folkeskolen samtidigt med at besøget integreres i årsplan og undervisningsforløb på skolerne. Udfordringen er hvordan de kan mødes.

Undersøgelsen søger dermed at besvare følgende:

1. Hvordan kan både universitets og folkeskolernes behov mødes, sådan at:
 - a) undervisningstilbud fra AAU kan integreres i folkeskolernes årsplaner for at støtte elevers interesse for STEM-fagene?
 - b) tilbud fra AAU kan bidrage til at kompetenceudvikle folkeskolelærernes faglige STEM-viden?
2. Hvordan støttes synergi mellem de allerede eksisterende tilbud til regionens folkeskoler?

Den teoretiske tilgang i undersøgelsen ligger på at sammenholde AAU's intention med tilbuddene til folkeskolen med de deltagende naturfagslæreres intention med at deltage i enten Elevuniversitet SKUB, Universitarium eller i at inddrage en ingeniørstuderende i et undervisningsforløb, som det er sket i projektet 'Læring i virkeligheden' (Grunwald, 2017a, b).

Intentioner tilbud AAU ↔ Intentioner deltagelse folkeskoler
--

Fremgangsmåde

Den overordnede beskrivelse af Aalborg Universitets aktiviteter rettet imod regionens folkeskoler hviler på eksisterende udredninger. Det er analyse af resultater fra SKUB, Universitarium og Læring i virkeligheden (spørgeskemaer og interviews).

Desuden er der gennemført desk research om andre universiteters outreach rettet mod folkeskoler med særlig fokus på type af aktivitet, organisering og inddragelse af folkeskolelærere.

Datakilder er følgende interne evalueringer:

- 3 evalueringer fra Elevuniversitet SKUB's programmer i 2009-2011 baseret på spørgeskemaer til deltagende elever, folkeskolelærere og universitetsundervisere samt klasseinterviews med i alt 12 skoleklasser
- 1 evaluering i 2012 med 3 klasseinterviews
- Evalueringsmøder mellem arrangører og universitetsundervisere i 2012 og 2013
- Evalueringer fra Elevuniversitet SKUB's programmer i 2009-2018 baseret på spørgeskemaer til deltagende folkeskolelærere (interne evalueringer).
- 2 rapporter fra projektet 'Læring i virkeligheden' (Grunwald, 2017a, b)
- Erfaringer fra Aalborg Universitets deltagelse i Naturvidenskabsfestival i Aalborg i årene 2013-2018.
- Besøg og observationer på Universitarium i 2014-2018.

2. Universiteters STEM-outreach til og samarbejde med folkeskoler – internationalt set

Universiteter i både USA, England, Australien, Østrig, Tyskland, Sverige, Danmark m.v. tilbyder outreach-aktiviteter til børn og unge. Det er blevet et internationalt fænomen, som også findes i Columbia, Sydamerika (Guedens & Reynders, 2012), Indien (<http://www.cugujeat.ac.in/>) og andre lande. Tilbuddene er mangfoldige (Bündgens-Kosten & Kerres, 2010; Gumaelius & Kolmos, 2016). Gumaelius m.fl. (2016) har sammen med 8 universitetsaktører skrevet en artikel om universiteters outreach-aktiviteter i Europa. I denne artikel, offentliggjort i European Journal for Engineering Education, nævnes med reference til Smaill (2010), at USA har publiceret de fleste rapporter om universiteternes outreach aktiviteter, hvor mange er skolebaseret. Dog findes der mange tilbud med sommercamps og aktiviteter uden for skoletiden, såvel som en del eksempler på universiteter, der driver science centre (Gumaelis m.fl. (2016)).

Eksempel på et vifte af outreach rettet imod børn og unge i alle aldre, såvel som lærere i både folkeskole og gymnasium, er Stanford University (<http://oso.stanford.edu/>). Det er en samling af aktiviteter, som supplerer hinanden, som Moskal & Skokan (2011) anbefaler til universiteters outreach.

Purzer, Strobel & Cardella (2014) beskriver i deres bog *Engineering in Pre-College Settings* nødvendigheden af at rette engineering outreach både imod børn og unge. Det er tilbud som både er integreret i skolernes undervisning og tilbud for børn og unge uden for skolen (out-of-school). Der nævnes følgende tre begrundelser, der motiverer universiteters engineering outreach:

1. *A workforce pipeline or pathway perspective*, [...] and progression in engineering thinking,
2. *A general societal perspective*, [...] understanding of the role of engineering and technology, [...] from a younger age,
3. *A STEM integration and education perspective*, engineering processes are used as a context to teach science and math concepts.

I Tyskland er der siden midten af 90'erne etableret børneuniversiteter på mange universiteter og professionshøjskoler. Her inviteres børn helt ned til 7-8 års alderen. Her er det forældrene, der tilmelder og kører børnene til arrangementerne. Også i Østrig og Schweiz findes tilsvarende outreach aktiviteter.

Universiteterne eller professionshøjskolerne tilbyder i mange tilfælde en forelæsningsrække per semester (kinderuni.de), 3-7 forelæsninger per semester. De fleste steder får børnene også et "studenterpas". Auditoriernes størrelser afgør

nogen steder, hvor mange børn der kan deltage, som kan variere fra 150 til 900 elever (Brookmann-Nooren, 2006; Sängér, 2003). Dog må det siges, at forelæsningserne forberedes omhyggelige med aktiviteter undervejs i forløbet (Brookmann-Nooren, 2006), som er spændende for børnene. Forelæsningserne er hurtigt bookede. Eksempler er Kinderuni medicin Mannheim (7-13 år), Kinderuni Leipzig (8-12).

Andre universiteter, såsom Europauniversitet Flensburg, afholder en årligt "Forschertag für Kinder" (forskerdag for børn) for 3. og 4. klasses elever. Universitetets lærerstuderende planlægger og gennemfører seminarer med mange forskellige inter-aktive og eksperimenterende stationer, hvor børnene udforsker et naturvidenskabeligt fænomen fra forskellige vinkler, hvert år med et nyt emne. En professor åbner arrangementet med en halv times interaktiv forelæsning. Arrangementet afholdes altid på en lørdag, hvor lokaler er ledige og forældrene kan transportere børnene.

Mange universiteter har workshops, ekskursioner, eksperimenter m.v. til mindre grupper med mere aktive læringstiltag. Eksempler er Kinderuni Freie Universität Berlin (2.-6. klasse) og Kinderuni Wien (7-12 år). Dette universitet har også "Kinderuni on tour" (<https://kinderuni.at/kinderuni-on-tour/>), hvor børn med lang afstand til Wien kan eksperimentere og møde studerende og forskere.

Science et Cité - Science and society in dialogue i Schweiz har tilbud til både børn mellem 7-12 og unge mellem 12-16. Det er især tilbud til børn og unge fra uddannelsesfjerne miljøer. I camps kan de unge komme tættere på videnskab på forskellige områder.

Hvorfor universiteters outreach til børn?

Mange elever mister interessen for naturfagene og matematik allerede i en ung alder i løbet af grundskolen (Jespersen Jensen, 2006), nærmere specificeret i 6.-8. klassetrin (Moskal & Skokan, 2011).

Forskning tyder på at den faldende interesse i puberteten kun gælder for naturfagene og ikke for de andre skolefag (Troelsen, 2005, med henvisning til Lindahl, 2003).

Meget tyder på at den naturfaglige identitetsdannelse sker før 14 års alderen.

En arbejdsgruppe af europæiske uddannelsesforskere udtaler i deres rapport *Science Education in Europe: Critical Reflections* (Osborn & Dillon, 2008):

A growing body of recent research has shown that most students develop their interest in and attitudes towards school science before the age of 14. Therefore, much greater effort should be invested in ensuring that the quality of science education before this age is of the highest standard and that the opportunities to engage with science, both

in and out of school, are varied and stimulating (Osborne & Dillon. 2008, vores kursivering).

En stor spørgeskemaundersøgelse samt litteraturstudie af DEA (Tænk tanken DEA), (Fjord Jørgensen, m.fl., 2018), finansieret af Microsoft, blandt 10-11 årige og 15-16 årige kommer bl.a. til følgende to konklusioner:

- STEM interessen falder en fjerdedel mellem disse to aldersgrupper, mens interessen fra andre vidensområder kun falder en tiendedel (s. 9).
- Når STEM interessen først er tabt, er det vanskeligt at genskabe (s. 5).

Finansieringsmodeller

Der findes forskellige finansieringsmodeller. F.eks finansieres Kinderuni Mainz, fra Hochschule Mainz (University of Applied Sciences) (<https://www.hs-mainz.de/studium/vor-dem-studium/kennenlernangebote/kinderuni/>) af midler fra ministeriet for uddannelse, videnskab, videreuddannelse og kultur (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur). Andre steder finansierer universiteterne deres outreach, andre er fondsfinansieret, og der findes eksempler for sponsoring.

Nødvendig infrastruktur for partnerskab

Så kort kan det siges. Derfor kun dette citat af Tomanek, 2005):

Working with K–12 schools is not like crop dusting—you can't just sprinkle information around and go away. [...]

In sum, successful K–12/university partnerships do not begin with what university faculty members believe must be changed in K–12 classrooms. Rather, successful partnerships develop in response to needs identified by practicing teachers for their specific classrooms and curricula.

Furthermore, curricular needs are best articulated by individuals who have dual knowledge of the science and the school learning environments in which the improvements will be implemented. Finally, successful partnerships involve university faculty members asking how involvement with K–12 schools and teachers can enhance the education of their own students. (Tomanek, 2005, s. 29)

3. Aalborg Universitets tilbud til regionens folkeskoler

3.1 ELEVUNIVERSITET SKUB - BESKRIVELSE

Elevuniversitet SKUB (Studier i Klima på Universitetet for Børn – herefter SKUB) står oprindeligt for Studier i Klima og Energi og blev oprettet i forbindelse med det europæiske SAUCE projekt. SAUCE er et synonym for Schools at University on Climate and Energy. En udførlig beskrivelse kan se i Grunwald (2012, 2016 og 2019).

I SKUB inviteres elever fra 5. og 6. klasser i Nordjylland ind på Aalborg Universitet i en dag. Hver klasse deltager i et fælles oplæg og efterfølgende i to én-times workshops, hvor forskere og studerende underviser klassen i udvalgte igangværende klima- og energiprojekter, der kører på AAU. Workshops indeholder korte naturvidenskabelige og ingeniørfaglige oplæg. Hovedvægten ligger på hands-on aktiviteter og fremvisninger i laboratorier. Foruden det faglige indhold er det også et mål i SKUB at skoleeleverne møder AAU, særligt gennem mødet med undervisere og studerende. Se også skub.aau.dk.

SKUB gennemføres som et samarbejde mellem AAU (TECH og ENG) og Astra, det nationale naturfagscenter.

Formål

Aalborg Universitets formål med at afholde SKUB er:

1. at bidrage til, at skabe, fastholde og styrke børn og unges interesse og motivation for naturvidenskab,
2. at øge børn og unges kendskab til Aalborg Universitet som en vidensinstitution og som et muligt fremtidigt studiested.

Der er foretaget evalueringer i alle årene fra 2009 – 2018. Evalueringerne har været rettet mod lærernes forventninger til og oplevelse af SKUB, på deres elevers vegne. Antagelsen er, at lærerne bruger SKUB som et element i deres undervisning og derfor har pædagogiske og didaktiske grunde til at deltage.

Folkeskolelærere

Folkeskolelærernes besvarelser kan kort opsummeres med følgende punkter:

- Lærerne sætter besøget overordnet i forbindelse med de emner, de har undervist klasserne i eller skal i gang med. De bruger SKUB som en faglig

oplevelse, de har sammen med eleverne, og som de kan relatere til i deres undervisning.

- Lærerne er glade for muligheden for, at vise eleverne både at de samme faglige områder, de selv arbejder med, findes uden for skolen, og at vise eleverne hvordan et universitet kan se ud.
- Lærernes forventninger blev generelt indfriet både i forhold til, hvad de ønskede, at eleverne og de selv skulle få ud af besøget (faglig inspiration, opleve noget anderledes end den daglige undervisning, karrierelæringsrelaterede mål samt sociale mål).
- Lærerne noterede, at de fik inspiration og gode ideer til undervisningen hjemme på skolen.
- Det var og er vigtigt, at der var forskellige forsøg, at workshoppe rummer øvelser/hands-on ting og varierede undervisningsformer, såsom problembaseret læring. Workshoppe må ikke være "snakke"-workshops. Eleverne er mest optaget dér, hvor der er aktiviteter og praktisk arbejde. Eleverne bør selv være aktive.
- Lærerne sætter pris på, at underviserne er fagligt dygtige, gode til at perspektivere til virkeligheden og til at inddrage eleverne
- Lærerne pointerer, at det er spændende for eleverne at blive undervist på en ny måde end den daglige hjemme på skolen. Det er vigtigt at eleverne møder et andet miljø, hvor sproget og måske også forventningerne til eleverne er anderledes.
- Flere udsagn gennem årene viser, at lærerne fokuserer på at vise eleverne noget, de ellers ikke ville have set hjemme på skolen, fx eksperimenter, opstillinger eller anvendelse af fagområder.
- Flere af lærerne ønsker længere eller flere workshops på Elevuniversitetet
- Lærerne hæfter sig ved at tilbuddet er gratis.

Universitetsundervisere

Universitetsundervisernes evalueringer viser overordnet at mange studerende, men også forskere, har haft stort udbytte af at skulle formidle faglig viden til eleverne. Udfordringen for både studerende og forskere lå bl.a. i elevernes og skoleklassernes spredning i faglighed og optagethed hos eleverne. Derudover har flere bemærket, at elevernes koncentration hurtigt svinger, og at det i mange tilfælde kan kobles sammen med de krav, undervisningen stiller til elevernes deltagelse (eller mangel på samme).

Enkelte forskere påpegede at enkelte af klassernes lærere var meget lidt vidende om energi- og klimaspørgsmål. Det undrer, fordi det netop er lærerne der skal bidrage

til at udvikle elevernes bevidsthed på området. Forklaringen kan ligge på både manglende faglighed, men også på at det ikke altid er natur/teknologilæreren der ledsager skoleklassen til elevuniversitetet.

I planlægningen af Elevuniversitetet SKUB søges det hvert år at inddrage både flere og nye faglige perspektiver i workshoppene og også at rekruttere undervisere fra andre institutter. Formålet er foruden fornyelse af det faglige indhold at forankre kendskabet og opbakningen til Elevuniversitetet SKUB bredere ud på universitetet. Det er en svær proces, da incitamentet for deltagelse for forskere og forskningsgrupper er svag. Opgaven ses ikke som integreret i det arbejde, der i forvejen udføres, og selvom det faglige indhold kan hentes i eksisterende forsknings- og studieprojekter, skal det bearbejdes til en ny målgruppe og med et nyt formål. Derudover opleves det som en organisatorisk belastning internt på institutterne at skulle rekruttere studerende, der kan bistå med undervisningen. Derfor er det typisk de samme institutter og forskere, der hvert år deltager. Når først et koncept for en workshop er etableret og afprøvet, synes det ikke at være så stor en opgave at gentage og evt. videreudvikle indholdet.

Udfordringer

På udfordringssiden er der fokus på at fastholde en udvikling i SKUB, hvor den nyeste forskningsviden og nye klima- og energiprojekter indgår. Denne udfordring knytter sig især til tre forhold:

1. SKUB er ikke tydeligt placeret i det strategiske arbejde på TECH og ENG-fakulteterne. Nye forskningsprojekter og -bevillinger forholder sig ikke til SKUB som en mulighed for at formidle forskningsresultater til offentligheden, og uddannelserne forholder sig ikke til rekrutteringsmuligheden, der ligger i SKUB.
2. Der er svage incitamentsstrukturer for forskere og institutter til at involvere sig i SKUB. Derfor er det vanskeligt at rekruttere undervisere.
3. Den økonomiske bevilling til SKUB er ikke kontinuerlig, hvilket vanskeliggør et udviklingsperspektiv.

3.2 UNIVERSITARIUM - BESKRIVELSE

Universitarium (www.universitarium.dk) er Aalborg Universitets projekt i Teknologipagten

<https://www.teknologipagten.dk/projekter/projekter/projekter/id0039-universitarium>.

Projektet et sommerekperimentarium, der både er et oplevelsesunivers rettet mod familier og turister i Aalborg, samt et læringstilbud til elever i folkeskolens 5.-9. klasser. I Universitarium udvikles, bygges og udstilles interaktive hands-on forsøgsopstillinger, som skal skabe undren, dialog og lyst til at udforske naturvidenskabelige problemstillinger. På teknologipagtens hjemmeside er antallet af besøgende børn angivet med 5000 per år, og det samlede antal deltagere ligger på 35.000.

Formål

Formålet med Universitarium er at øge interessen for STEM (Science, technology, engineering and mathematics). Det har åbent hvert år i juli, august og september.

Universitarium beskæftiger sig med et nyt emne hvert år. Således har der gennem årene været bl.a. følgende emner: kroppen, rumfart, affald og genbrug, vand, bolig, krop og robot, sport m.v. I 2019 er emnet 'energi'.

Hvert år lægges mange ressourcer i for at udvikle eksperimenter og formidle problemstillinger, mulige konsekvenser, naturvidenskabelige principper og teknologiske løsninger på de udvalgte problemer.

Projektet er et samarbejde mellem AAU, UC Nordjylland, Aalborg Tech College og Aalborg Kommune.

Studenterrundvisere formidler viden og begejstring om naturvidenskab og teknologi. De er studerende fra Aalborg Universitets ingeniør- og naturvidenskabsuddannelser og UCN's læreruddannelse, de såkaldte piloter.

Arrangementet gennemføres foruden støtte fra partnerskabet med midler fra forskellige fonde og virksomheder. I 2018 var sponsorerne ifølge hjemmesiden både Spar Nord Fonden, Otto Mønsteds Fond, Otto Bruuns Fond, Knud Højgaards Fond og Rambøll.

Evalueringer fra Universitarium viser at det har haft stor betydning for interessen for både elever og familier, at det pædagogiske koncept har videreudviklet sig fra at vise naturfaglige fænomener til at synliggøre den sociale kontekst og relatere til de besøgendes egen hverdag (Gumaelius m.fl., 2016).

I 2019 har Universitarium modtaget 200.000 Kr. fra Teknologipagten til at evaluere Universitarium. Dette vil blive gjort i samarbejde med forskere fra oplevelsesdesign på AAU.

3.3 NATURVIDENSKABSFESTIVAL - BESKRIVELSE

AAU har siden 2008 deltaget i et samarbejdet med UC Nordjylland, Aalborghus Gymnasium, Aalborg Tekniske Gymnasium, Aalborg Kommunes

Skoletjeneste, Aalborg Zoo og Astra, det nationale naturfagscenter om at afholde en større nordjysk naturvidenskabsfestival i Aalborg Zoo. Festivalen er en årlig begivenhed i uge 39 og er især rettet imod 6.-10. klasses elever. Unge fra gymnasier og UCN formidler naturvidenskab og teknik til folkeskoleelever for at øge unges interesse i naturfag, teknologi og engineering. Desuden formidler lærere fra Aalborg Kommunes Skoletjeneste, og andre aktører inviteres til at lave aktiviteter for de besøgende.

Festivalen kan bedst beskrives som en naturfaglig "markedsplads", hvor eleverne besøger standene og møder både naturfagligt indhold og repræsentanter fra forskellige uddannelsessteder. Det handler altså om både naturfaglig dannelse, positive oplevelser med naturvidenskab og rekruttering til naturfaglige uddannelser og erhverv.

Driften af Naturvidenskabsfestival Aalborg varetages af et netværk af ansatte ved de enkelte deltagende organisationer. Hen over året afholdes en række planlægningsmøder, hvor konceptet justeres løbende og forskellige tiltag indarbejdes. Der er ingen overordnet styring eller mål for udvikling, konceptet går ud på at tilbyde en ramme, hvor folkeskoleelever kan møde naturvidenskabeligt indhold, formidlet af personer, som eleverne kan relatere til, både fagligt, socialt og uddannelsesmæssigt (ung-til-ung formidling).

Da de enkelte aktiviteter i festivalen tilrettelægges decentralt og uden fælles indholdsstyring, er det også tilfældigt, hvilket samlet fagligt udtryk festivalen får. Gymnasierne står for en stor del af aktiviteterne, og i planlægningsperioden (forår) ved lærerne typisk ikke, hverken hvilke klasser de skal undervise i det kommende skoleår, og derfor er det ikke muligt at støtte folkeskolelærerne i, hvordan de fagligt skal forberede sig på besøget.

I planlægningsnetværket er der ingen økonomi involveret, hvilket betyder, at deltagerne hver især skal "hjem" og forhandle et økonomisk mandat på plads, inden der kan træffes beslutninger. Derudover er alle institutioner konstant udsat for et ressourcemæssigt og økonomisk pres der medfører, at udviklingsinitiativer sjældent vurderes i forhold til den faglige værdi. På trods af dette er der dog en stærk vilje fra alle deltagende institutioner til at fastholde festivalen, typisk fordi den udgør en stærk kommunikationsplatform, i forhold til den primære målgruppe.

3.4 INVOLVERING AF INGENIØRSTUDERENDE I UDDANNELSESFORLØB I FOLKESKOLEN

I projektet *Læring i virkeligheden* (2014-2017) blev både ingeniørstuderende og virksomheder involveret i undervisningsforløb, både på mellemtrin (4.-6. klasse) og i folkeskolens udskoling (7.-9. klasse) (Grunwald, 2017a, b). De deltagende

naturfagslærere var begejstrede for at inddrage ingeniørstuderende, som både var en faglig berigelse i undervisningen og gav eleverne en ide om, hvad man kan uddanne sig til. En del elever, især i udskolingens udtrykte forbavselse over at der findes så mange forskellige ingeniøruddannelser. Eleverne var også meget interesserede i at høre, hvordan de studerende var 'landet' fra da de gik i 7. eller 8. klasse til de var ingeniørstuderende, og hvilke overvejelser de havde gjort sig undervejs.

De ingeniørstuderende til gengæld udtrykte, at de blev udfordret i at undervise og lærte at formidle deres projekt til en anden og ukendt målgruppe (Grunwald, 2017b).

Vigtigt resultat

De deltagende naturfagslæreres store ønske var en *Jobbørs*, hvor de kunne annoncere behovet for at invitere en ingeniørstuderende til et specifikt emne, de behandler i undervisningen.

4. Konklusion og anbefalinger

Både elever og folkeskolelærere anser det som meget værdifuldt at møde studerende og undervisere fra universitetet i en STEM-faglig sammenhæng.

Evalueringer af de 4 tilbud til folkeskoler afdækker følgende pædagogisk-didaktiske, organisatoriske og strategiske problemstillinger, som de forskellige deltagere i et samarbejde skal løse:

Område 1: Pædagogisk-didaktiske udfordringer

1. I forhold til det enkelte undervisningstilbuds overordnede faglige tema **skal det tilstræbes at folkeskolelæreren i størst muligt omfang kan målrette sin undervisning og forberede sin skoleklasse på besøget**. Det drejer sig her konkret om "klima og energi" for Elevuniversitet SKUB's vedkommende, og om det årligt skiftende tema for både Naturvidenskabsfestival og Universitarium. Det er dog ikke muligt at gøre lærerens forberedelse specifik inden for et bestemt emne eller problemstilling, fordi læreren som nævnt før, ikke ved hvilke specifikke workshops han eller hun kommer til at deltage i, eller hvilke konkrete aktiviteter festivalen/Universitarium byder på.
2. **Manglende organisatorisk forankring af ovennævnte outreach-aktiviteter i såvel folkeskole som på universitet har gjort det vanskeligt i ønsket omfang at videreudvikle et langsigtet pædagogisk og indholdsmæssigt læringskoncept**. Det betyder at den "situationsafhængige" interesse og begejstring, der opstår i besøgssituationen hos eleverne, ikke i tilstrækkelig grad kan samles op og støttes gennem aktiv og langsigtet problembaseret læring.
3. Naturvidenskabsfestivalen:
 - a. Gymnasierne kender ikke indholdet i deres efterårs-undervisning om foråret, hvor styregruppen planlægger indhold til festivalen i september. Derfor bliver det pædagogiske indhold på de enkelte stande sjældent integreret i årets tema, som er fastlagt fra Astra. **Det gør det sværere for folkeskolelærerne at tilrettelægge deres undervisning, så den spiller op til det eleverne har lært og får med hjem fra festivalen.**
 - b. I anerkendelse af at folkeskolelærerne er nøglepersoner i udviklingen af elevernes STEM-interesse, **kunne der fokuseres mere på at tilbyde**

inspiration og kompetenceudvikling til lærerne på festivalen, hvilket der også har været talt om i styregruppen.

Område 2: Organisatoriske udfordringer

1. Grundet universitetets kortere undervisningsmæssige planlægningshorisont til disse type arrangementer véd undervisere og ingeniørstuderende først på et sent tidspunkt, hvad workhoppenes nøjagtige indhold på årets elevuniversitet er, og især hvem der skal undervise, og hvordan man vil organisere undervisningen. Folkeskolelærerne er derfor først på et sent tidspunkt informeret om, a) om de kan deltage i Elevuniversitet SKUB og b) hvilke konkrete workshops de kan deltage i. Det betyder at lærerne ikke kan forberede en undervisning i de konkrete emner, der tages op på workshoppene. **Dette vanskeliggør en læringsmæssigt nødvendig integration af workshoppene i undervisningen, at lærerne ikke direkte kan koble deltagelse til en didaktisk før-under-efter tænkning.**

2. **Elevuniversitet SKUB, Universitarium og Naturvidenskabsfestival er som initiativer overvejende personbåren og dermed sårbar overfor forandringer.**

Naturvidenskabsfestivalen: Er også personbåren i projektledelse, men er dog organisatorisk forankret i den forstand, at arbejdet med Naturvidenskabsfestivalen diskuteres løbende i eventteamet i AAU Kommunikation (som altså kan tage over ved sygdom eller lignende). Dog sætter den begrænsede manpower selvklart en grænse for, hvilket indhold AAU kan stille med.

Universitarium: Forankret i AAU Innovation og med fuldtidsansættelse af to medarbejdere, som har mangeårig erfaring med projektet. Da Universitarium først og fremmest er afhængig af fysiske "hands-on" opstillinger, er projektet konstant udfordret af ikke at passe ind i struktur og rammer som fx indkøbssystemer, at værksted og lager ligger på Tech College, og af behovet for at flytte opstillingerne uden at have en varevogn osv.

Elevuniversitet SKUB: Projektet har været personbåren siden sin opstart i 2009.

Læring i virkeligheden: Kobling af ingeniørstuderende (og virksomheder) til især fællesfaglige undervisningsforløb i folkeskolerne har været personbåren og projektfinsieret.

3. *Rekruttering:* **Det er udfordrende at rekruttere universitetsundervisere.** For SKUB er dette løst ved, at det er en universitetsunderviser, der har ansvaret projektet, og 'oplærer' de studerende, og gennem det, at det er studerende der gennemfører de fleste af workshoppene. Dog er det løbende vanskeligt at finde nye undervisere/ udvikle nye workshops.
4. *Tilslutning fra folkeskolerne:* **Tilmeldingen til Elevuniversitetet SKUB svinger fra år til år.** Tilbuddet opleves stadig som relevant, men udsvingene kan tænkes at skyldes, at de organisatoriske rammer ikke tillader folkeskolelærerne at planlægge et kvalificeret undervisningsforløb i forbindelse med et besøg på universitetet. Der er relativt en stor gruppe af lærere, der besøger Elevuniversitetet SKUB år efter år. Det kunne give anledning til at videreudvikle konceptet i fællesskab, folkeskolelærere og universitet imellem. Derudover betyder "kendthedsgraden" måske noget for, om man tilmelder sin klasse. Dog er der tydelig belæg for at transportomkostninger og det pædagogiske koncept med forbindelse til skolernes undervisning spiller en stor rolle for folkeskolernes deltagelse.
5. *Finansieringen* er ofte usikker og består af forskellige finansieringskilder. Dvs. at projektledelsen nogen gange ikke ved om finansieringen er på plads få måneder før den planlagte gennemførelse. Dette kolliderer med de pædagogiske udfordringer, som er påpeget overfor.

Område 3: Strategiske udfordringer

1. Universitarium er del af teknologipagten (www.teknologipagten.dk). Både Universitarium, Naturvidenskabsfestival, SKUB og erfaringer fra Læring i virkeligheden bør sammen med initiativer, som er rettet imod gymnasier, tænkes ind i en nordjysk teknologipagt.
2. *Afkobling:* De forskellige events på AAU, som er målrettet folkeskolerne er meget afkoblede ift. hinanden, og en større sammenhængskraft (inkl. løbende dialog med folkeskolelærerne) ville kunne hæve kvaliteten af tilbuddene, samt målrette dem mere ift. folkeskolernes behov.

Overordnet bør der skabes mere synergi mellem Universitarium, Naturvidenskabsfestival og Elevuniversitet SKUB.

Dette kræver ressourcer, hvilket vanskeliggøres af den økonomiske situation på AAU og andre uddannelsesinstitutioner i Danmark bl.a. grundet de fortsatte årlige 2% nedskæringer. Det gør det svært at drive formidlingstiltag, som let bliver det

stedbarn, der skal konkurrere med kerneydelserne inden for forskning og undervisning. Dette øger behovet for en anden organisatorisk forankring, der samler aktiviteterne rettet imod folkeskolen. I den forbindelse kan en (regional) styregruppe og nye måder at fremskaffe ressourcer på (regional fundraising) tænkes ind i den strategiske satsning.

Aalborg Universitet har en stærk strategisk satsning imod gymnasieområdet, der er udmøntet i et Gymnasiesekretariat.

Hvis universitetet ønsker at styrke tilbud, rettet imod regionens folkeskoler, foreslås følgende:

- **STEM indsatsen imod folkeskoler forankres både strategisk og organisatorisk.** En outreach-strategi for folkeskoler bør samle de enkeltstående tilbud, der er rettet imod folkeskolerne. Med flere ressourcer kunne man fx udvide Gymnasiesekretariatet med bl.a. en større indsats over for lærerne i folkeskolen. Dermed ville den organisatoriske forankring være sikret og det ville undgås, at projekterne blev personafhængige og derfor skrøbelige og ofte kortsigtede.

Der er brug for:

- At ledelsen hos AAU bakker op om en mere formel struktur og organisering af outreach-aktiviteter imod folkeskolen for at undgå, at tilbuddene bliver til personafhængige projekter.
- Derudover anbefales at etablere en projektgruppe, bestående af projektlederne på AAU's skoleaktiviteter, en udpeget ansvarlig fra de 2 Tech og Eng – fakulteter samt relevant repræsentant for forskningsmiljøer.
- En dialog med folkeskolerne, og især natur/teknologi- og naturfagslærerne, om hvad de har brug for, i forhold til det STEM-faglige indhold, i forhold til problembaseret læring, autentisk læring, rollemodeller m.v. ved kontakt med universitetet.
- At komme væk fra ad-hoc planlægningen og at skabe en forudsigelighed for naturfagslærere, som tilgodeser skolernes lange planlægningshorisont.
Der er i forbindelse med STEM samarbejdsprojekter brug for en synkronisering af undervisningsplanlægning på universitetet og i folkeskolen.

- Bedre kobling med initiativer i og uden for AAU.
 - o *Internt* et samarbejde, der sammenkobler initiativer og forskning inden for STEM på langs og på tværs i organisationen.
Det betyder:
 - a) et fælles forum for STEM forskere, som p.t. organiseres og også udvides til forskningsmiljøet på University College Nordjylland med et fælles STEM-seminar i maj 2019.
 - b) Koblingen til gymnasieområdet og ingeniøruddannelsen bør tænkes ind i et helhedskoncept.
 - o *Eksternt* med basis i en Nordjysk Teknologipagt som løftestang så der kunne etableres samarbejder med større og mindre regionale og nationale projekter og organisationer, fx Engineering i skolen/Engineering the Future
- At sammenkoble efter- og videreuddannelse af folkeskolelærere til disse tilbud, så indholdet organiseres med et dobbeltsigte på både eleverne og lærerne.
- En mere dybdegående undersøgelse af potentielle inspirationskilder (som fx Boston Science Museums initiativ *Engineering is Elementary*: <https://www.eie.org/>).
- Der bør i den nuværende økonomiske situation tages stilling til, hvorvidt aflønning af undervisere og studentermedhjælpere samt materialeudgifter kan ske gennem en koordineret fundraisings – indsats.
I den forbindelse er det vigtigt, at forholde sig til skolernes behov for tilskud til transport til Elevuniversitet, Universitarium og Naturvidenskabsfestival, især for skoler med mere end fx 50 km i afstand.

Som det internationale perspektiv i afsnit 2 viser, gør mange universiteter sig store anstrengelser for at interessere børn og unge for STEM fagene. Den korte gennemgang indikerer følgende: det er nødvendigt at starte tidligt, og her er 5. og 6. klasse ikke for tidligt), det anbefales at kombinere og skabe synergi med alle outreach-aktiviteter, både til folkeskole og gymnasie og koble det til lærernes efter- og videreuddannelse.

Referencer

- Aalborg Universitet. (2019a). AAU's tilbud til gymnasier. <https://www.aau.dk/samarbejde/tilbud-til-gymnasier/>.
- Aalborg Universitet. (2019b). AAU's tilbud til folkeskolen. <https://www.aau.dk/samarbejde/folkeskolen/>
- Adami, B. (2010). *Der ausserschulische Lernort im Politikunterricht zum Themenfeld Umweltpolitik*. Masterarbeit, Freie Universität Berlin, August 2010.
- Bohm, M, Salomonsen, D., Binau, C.F., Wøhlk, E., Jensen L.V. & Kronvald, O. (2017a). *Sammenfatning af udfordringer til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. Astra 2017. Retrieved fra https://astra.dk/sites/default/files/NNS_Rapport_V6_web%20%281%29.pdf
- Bohm, M, Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C.F., Wøhlk, E., Jensen L.V.J. & Kronvald, O. (2017b). *Sammen om naturvidenskab - Anbefalinger til en National Naturfagsstrategi*. Astra 2017.
- Braun-Wanke, K. (2016). Learning & Teaching for a Sustainable Future, Schools@University for Sustainability + Climate Protection at Freie Universität Berlin. I: W. L. Filho, U. Azeitero, M. de Fatima Alves (eds) (2016), *Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education*, Volume 5, Springer.
- Braun-Wanke, K., Risch, K., Goldberg, A.M. (2015). From knowledge to action—a field report, moving from traditional to transformational teaching and learning. A pilot model for education for sustainable development at Freie Universität Berlin. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, December 2015, Volume 5, Springer, Issue 4.
- Brokman-Nooren, C. (2006). KinderUniversitet - eine neue Aufgabe für die wissenschaftliche Weiterbildung? I: P. Faulstich (Red.) *Öffentliche Wissenschaft - Neue Perspektiven der Vermittlung in der wissenschaftlichen Weiterbildung*, transcript, TheorieBilden.
- Busch, H. (2004). Undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer: - en udfordring til læreren. I: M. Carlsson og B. Hoffmann, *Nye perspektiver på samarbejde mellem skole og eksterne aktører* (1. udg., 190 sider). København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Bündgens-Kosten, J. & Kerres, M. (2010). Öffnung von Hochschule: Auch für Kinder und Jugendliche? *Das Hochschulwesen* (HSW). 58. Jahrgang, 4+5 2010. Bielefeld: UVW UniversitätsVerlagWebler.
- Dohn, N.B. (2007). Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA*, 2007 – 3.
- EMU. (2017). Kompetencedækning i folkeskolen. <https://www.emu.dk/modul/kompetenced%C3%A6kning-i-folkeskolen> (hentet 3.2.2019).
- Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 16, No. 2.
- Grunwald, A. (2019). Samarbejdet om den åbne skole. Samfundslitteratur. 1. udg., 161 s.
- Grunwald, A & Kronvald, O. (2018). STEM og regional udvikling – Vidensopsamling til en samlet Nordjysk indsats. Aalborg Universitet. 76 s.
- Grunwald, A. (2017a). *Læring i virkeligheden – praksisnære undervisningsnetværk til styrkelse af folkeskoleelevers interesse for klima og naturfag. Rapport 1 – Praksiseksempler*. Maj 2017. ISBN Nr. 978-87-91404-92-4.
- Grunwald, A. (2017b). *Læring i virkeligheden – praksisnære undervisningsnetværk til styrkelse af folkeskoleelevers interesse for klima og naturfag. Rapport 2 – Barrierer, muligheder og værktøjer*. Juni 2017. ISBN Nr. 978-87-91404-93-1.

Grunwald, A. (2016). *Naturfagenes og ingeniøruddannelsernes attraktivitet - set fra et inter-organisatorisk læringsperspektiv*. Aalborg Universitetsforlag. (Ph.d.-serien for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet). DOI: 10.5278/vbn.phd.engsci.00081

Grunwald, A. (2012). Elevuniversitetet om energi og klima - et samarbejde i netværk: Nye perspektiver for naturfagsinteressen? *NorDiNa* 8(2) 2012. S. 108-121.

Grunwald, A. (2010). Elevuniversitet SKUB 2010 – for 5. og 6. klasser om energi og klima: 31.5.-4.6.2010. Erfaringsrapport. Aalborg: Aalborg Universitet.

Guedens, W.J. & Reynderst, M. (2012). Science Outreach Programs as a Powerful Tool for Science Promotion: An Example from Flanders. *J. Chem. Educ.*, 2012, 89 (5), pp 602–604. Publication Date (Web): January 20, 2012.

Gumaelius, L.; Almqvist, M.; Arnadottir, A.; Axelsson, A.; Conejero, J.A.; García Sabater, J.P.; Klitgaard, L.... (2016). Outreach initiatives operated by universities for increasing interest in science and technology. *European Journal of Engineering Education*. 41(6):589-622. doi:10.1080/03043797.2015.1121468.

Gumaelius, L., & Kolmos, A. (2016). Outreach and attractiveness: a never ending story or a new approach? *European Journal of Engineering Education*, 41(6), 585-588. <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1158795>

Hazelkorn, E., Ryan, C.; Beernaert, Y.; Constantinou, C.P., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Casulleras, R.P., Welzel-Breuer, M. (2015) *SCIENCE EDUCATION for Responsible Citizenship* - Report to the European Commission of the Expert Group On Science Education (2015), http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Horn, A. (2007). *Kinderakademie Görlitz – Evaluationsbericht. Eine wissenschaftliche Analyse zu Prozess und Wirksamkeit der Kinderakademie Görlitz im Auftrag der Hochschule Zittau/Görlitz (FH)*. Untersuchungszeitraum Juni 2006 – Dezember 2006.

Horst, M. (20011). Taking Our Own Medicine: On an Experiment in Science Communication. ... *Sci Eng Ethics* (2011) 17: 801. <https://doi.org/10.1007/s11948-011-9306-y>

Jenkins, T.A. and M. Insenga (2013) *INSTEM (Innovation Networks in Science, Technology, Engineering & Mathematics) State of the Art Report*, Liverpool: INSTEM.

Jespersen Jensen, C. (2006). *Det naturlige valg? En analyse af unges valg af tekniske og naturvidenskabelige fag og uddannelser*. Ph.d.-afhandling Danmarks Pædagogiske Universitet, Akf forlaget.

Fjord Jørgensen, M., Fløe, A., Falkenchrone, S., Lindorf, M., Thor Jakobsen, K., & Sylvest Broberg, A. (2018). Putting the spotlight on STEM possibilities for youths in Denmark – Does gender play a role in developing youths' interest in STEM? *Tænk tanken DEA*. https://dea.nu/sites/dea.nu/files/sammenfatning_stem_web_engelsk_2.pdf (hentet 10.3.2019)

Kearney, C. (2016). *Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Mathematics, Science and Technology Studies and Careers*. National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report, European Schoolnet, Brussels. Hentet fra <http://www.dzs.cz/file/3669/kearney-2016-nationalmeasures-30-countries2015-report-28002-29-pdf/>

Krasny; M.E. (2005). University K–12 Science Outreach Programs: How Can We Reach a Broad Audience? *BioScience*, Volume 55, Issue 4, 1 April 2005, Pages 350–359, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0350:UKSOPH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0350:UKSOPH]2.0.CO;2)

Kronvald, O (2013-2018). Evaluering af Elevuniversitetet SKUB. Interne årlige evalueringsrapporter. Upublicerede

Kronvald, O, Wøhlk, E & Buch-illing, H. (2018). Naturfagskompasset som middel til udvikling af kommunale naturfaglige kulturer. *Mona* 2/2018.

Kolmos, A. (eds.) (2004). The Aalborg PBL model – progress, diversity and challenges. Aalborg: Aalborg University Press.

Kolmos, A. (2016). PBL in the schoolsystem. I: M.J. de Vries, Gumaelius, L. & Skogh, I.-B. (Eds.). *Pre-university Engineering Education*, Sense Publishers.

Kolmos, A. & Grunwald, A. (2017). Engineering: meget mere end praktiske løsninger på praktiske problemer. *Mona* 3/2017, 91-94.

Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Moskal, B. & Skokan, C. (2011), Supporting the K-12 Classroom through University Outreach. *Journal of Higher Educational Outreach and Engagement*, Vol. 15, Number 1. p. 53-75.

Nielsen, J. A. (2016). Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*, vol. 13. London: The Nuffield Foundation.

Purzer, S.; Strobel, J. & Cardella, M. (ed.) (2014). Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices. Purdue University Press.

Rennie, L. et.al. (2003). Towards an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-School Settings. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40, No. 2.

Richardt, C. (2008). Was bewirken Kinderuniversitäten? Ziele, Erwartungen und Effekte am Beispiel der Kinderuni Braunschweig-Wolfsburg, *Publikationen zur Hochschul-PR*, Band 3.

Sillasen, M.K.; Daugbjerg, P. S. & Nielsen, K. (2017). Engineering - svaret på naturfagenes udfordringer? *MONA*. 3/2017.

Smaill, C.R. (2010). The Implementation and Evaluation of a University-Based Outreach Laboratory Program in Electrical Engineering. *IEEE Transactions on Education*, Volume: 53, Issue: 1, Feb. 2010.

Stocklmayer, S., Rennie, L.J. & Gilbert, J.K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, Vol. 46, No. 12010, 1-44.

Sänger, F. (2003). *Die Kinderuniversität*. Vordiplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg, Fachbereich Erziehungswissenschaften.

Sølberg, J. (Red.) (2016). *Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.

Sølberg, J. (Red.) (2016). *Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. Teknisk bilag*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. 31.12.2016.

Tomanek, D. (2005). "Building Successful Partnerships Between K-12 and Universities." I: D. J Tomanek, N. Moreno, S. C R Elgin, S. Flowers, V. May, E. Dolan, & K. Tanner. Points of View: Effective Partnerships Between K-12 and Higher Education. *Cell Biol Educ*. 2005 Spring; 4(1): 28-37. doi: 10.1187/cbe.04-11-0051.

Troelsen, R. (2005). Unges interesse for naturfag – hvad ved vi, og hvad kan vi bruge det til? *MONA*, 2005-2.

Links

Aalborg Universitet (AAU), www.aau.dk

AAU on demand, <https://www.on-demand.aau.dk/>

Astra.dk/forankring, <https://astra.dk/forankring>

Boston Science Museums initiative, <https://www.eie.org/>

Dansk Naturvidenskabsfestival i Aalborg Zoo, <http://www.naturvidenskabsfestivalaalborg.dk/>

Elevuniversitet SKUB, <https://www.skub.aau.dk/>

EUCU.NET, The European Children's Universities Network, <https://eucu.net/>

Europauniversität Flensburg, <https://www.uni-flensburg.de/portal-presse-und-oeffentlichkeit/oeffentlicher-kalender/calendar/show/eventIndex/event/forschertag-fuer-kinder-2018/>

Indien, Children's University, Gandhinagar, <http://www.cugujarat.ac.in/>

KinderUni der Freien Universität Berlin, <http://fukinderuni.de/index.html>

Kinderuni Leipzig, <https://www.uni-leipzig.de/transfer/wissen-vermitteln/veranstaltungsreihen/kinderuni/>

Kinderuni Mainz, Hochschule Mainz (University of Applied Sciences) (<https://www.hs-mainz.de/studium/vor-dem-studium/kennenlernangebote/kinderuni/>)

Kinderuni medicin Mannheim, <https://w2.umm.de/kinder-uni-medizin/themen-2019/>

Kinderuni Wien med deltagelse af ca. 4000 børn hvert år, <https://kinderuni.at/kinderuniwien/>

Naturvidenskabsfestival, <https://naturvidenskabsfestival.dk/>

SAUCE, Schools at University on Climate and Energy, <http://www.schools-at-university.eu/>

Science et Cité - Science and society in dialogue, <https://www.science-et-cite.ch/en/>

Stanford University, Science outreach Stanford University Science Outreach Office, <http://oso.stanford.edu/>

Universitarium, <https://www.universitarium.dk/>